

ISSN 2518-1491 (Online),  
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы  
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
АО «Институт топлива, катализа и  
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

## N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,  
catalysis and electrochemistry»

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**1 (454)**

**JANUARY – MARCH 2023**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

### **Бас редактор:**

**ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

### **Редакция алқасы:**

**ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ Владимир Енокович** (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав**, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир, PhD докторы**, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы**, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»**

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.) Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

### Главный редактор:

**ЖУРИНОВ Мурат Журинович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

### Редакционная коллегия:

**АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

**АГАБЕКОВ В ладимир Енокович** (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

**СТРНАД Мирослав, профессор**, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

**БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

**ХОХМАНН Джудит**, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

**РОСС Самир**, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

**ХУТОРЯНСКИЙ Виталий**, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

**ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

**ФАРУК Асана Дар**, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

**ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович**, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

**ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна**, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

**ХАЛИКОВ Джурабай Халикович**, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

**ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы**, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

**ГАРЕЛИК Хемда**, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

#### **Editor in chief:**

**ZHURINOV Murat Zhurinovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

#### **Editorial board:**

**ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich** (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

**AGABEKOV Vladimir Enokovich** (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

**STRNAD Miroslav**, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

**BURKITBAYEV Mukhambetkali**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

**HOHMANN Judith**, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

**ROSS Samir, Ph.D.**, professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

**KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D.**, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

**TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly**, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

**FAZYLOV Serik Drakhmetovich**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

**ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

**KHALIKOV Jurabay Khalikovich**, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

**FARZALIEV Vagif Medzhid ogly**, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

**GARELIK Hemda**, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN

**SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.144>

Volume 1, Number 454 (2023) 15-26

UDC 546.11

©A. Bayeshov, A.K. Bayeshova\*, S. Molaigan, M.N. Turlybekova, B. Leska, 2023

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: azhar\_b@bk.ru

**THE ROLE OF DEPOLARIZERS IN THE PROCESSES OF HYDROGEN  
RELEASE FROM WATER ON THE ALUMINUM AMALGAM SURFACE**

**Bayeshov A.** — Doctor of Chemical Science. Professor. Academician of the National Academy of Sciences of the Republic Kazakhstan. Institute of Fuel. Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky. 050036. Almaty, Kazakhstan

E-mail: bayeshov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0745-039X;

**Bayeshova A.K.** — Doctor of Technical Sciences. Professor. Al-Farabi Kazakh National University. 050040. Almaty, Kazakhstan

E-mail: azhar\_b@bk.ru. ORCID: 0000-0002-9076-8130;

**Molaigan S.** — Chemistry and biology specialist. Department of Education and Science of Mongolia. Bayan Ulgiiy. 83030

E-mail: molaiganserjan@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0624-8915;

**Turlybekova M.** — Master, research associate. National Center on Complex Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan. 050036. Almaty, Kazakhstan

E-mail: m.t.89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0702-1114;

**Leska B.** — Doctor of Chemical Science, Professor. Adam Mickiewicz University. Poznan, Poland.

E-mail: boguslaw.leska@amu.edu.pl. ORCID: 0000-0002-9504-5265.

**Abstract.** In order to increase the rate of hydrogen release from water, the depolarization phenomenon was used. The research was carried out using an installation for collecting hydrogen over water. Hydrogen was released from an aqueous solution containing mercury ions on an aluminum electrode in contact with various metals (nickel, iron, palladium) and graphite. It was established that when the aluminum electrode is in direct contact with other metals, as well as with graphite, the rate of hydrogen release increases significantly. When aluminum comes into contact with metals (Ni, Fe, Pd), its oxidation reaction occurs as an electronegative metal, i.e. aluminum loses electrons. The  $Al^{3+}$  ion is transferred to the electrolyte. The released electrons move through the electrical contact to the cathode area (in this case to the metal), hydrogen is released on the metal, the process will continue until the electrons are transferred from the cathode area. Metal is only a conductor of electrons. Hydrogen ions approach the metal, gain excess electrons, i.e. they are reduced. It is shown that a low rate of hydrogen

release is observed on the aluminum electrode, as well as when graphite is used as the second electrode. When aluminum comes into contact with nickel and iron, the rate of hydrogen release increases. Palladium has the highest rate. It is established that when the aluminum electrode is in contact with other metals or graphite, i.e. with materials with low values of hydrogen release overvoltage, the rate of hydrogen release increases by 1.5–2.5 times. It is shown that it is more practical to use nickel and iron, which are relatively cheap and available.

**Keywords:** water, hydrogen, rate, aluminum, depolarizer, metal, overvoltage

© **А. Баешов, А.К. Баешова\***, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска, 2023

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: azhar\_b@bk.ru

### **АЛЮМИНИЙ АМАЛЬГАМАСЫНЫҢ БЕТІНДЕГІ СУДАН СУТЕКТІ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕГІ ДЕПОЛЯРИЗАТОРЛАРДЫҢ РӨЛІ**

**Баешов А.** — химия ғылымдарының докторы, профессор. Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясының академигі. Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты. 050036. Алматы, Қазақстан

E-mail: bayeshov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0745-039X;

**Баешова А.К.** — техника ғылымдарының докторы, профессор. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық зерттеу университеті. 050040. Алматы, Қазақстан

E-mail: azhar\_b@bk.ru. ORCID: 0000-0002-9076-8130;

**Молайган С.** — магистр. Баян Өлгий Білім, ғылым басқармасысының химия және биология маманы. 83030. Баян-Өлгий, Монғолия

E-mail: molaiganserjan@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0624-8915;

**Турлыбекова М.Н.** — магистр, ғылыми қызметкер. Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы. 050036. Алматы, Қазақстан

E-mail: m.t.89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0702-1114;

**Леска Б.** — химия ғылымдарының докторы, профессор. Адам Мицкевич Университеті. Познань, Польша

E-mail: boguslawa.leska@amu.edu.p. ORCID: 0000-0002-9504-5265.

**Аннотация.** Судан сутек алудың жылдамдығын жоғарылату мақсатында деполяризация құбылысы қолданылды. Зерттеулер сутекті су бетінде жинауға арналған қондырғыда жүргізілді. Сутекті алу құрамында сынап иондары бар сулы ерітіндіден әртүрлі металдармен (никель, темір, палладий) және графитпен контактқа келтірілген алюминий электродында жүзеге асырылды. Алюминий электроды басқа металдармен немесе графитпен тікелей контактта болғанда, сутек бөліну жылдамдығы айтарлықтай артатыны анықталды. Алюминий металдармен (Ni, Fe, Pd) контактта болғанда, ол, электртерістілікке ие болғандықтан, тотығу реакциясына ұшырайды, демек, алюминий электрондарын береді.  $Al^{3+}$  иондары электролитке өтеді. Босаған электрондар электр өткізгіш контакт арқылы катод учаскесіне (бұл жағдайда металл) қарай тасымалданады, сутек бөліне бастайды, бұл процесс электрондар катодтық аймақтан тасымалданып біткенше жалғасады. Металл тек электрон тасымалдағыш болып қызмет атқарады. Сутек

иондары металға жақындайды да, одан артық электрондарды алады, демек, тотықсызданады. Алюминий электродында, содан кейін алюминий графитпен контактта болғанда, сутек бөліну жылдамдығы төмен екені анықталды. Алюминий никельмен және темірмен контактта болғанда, сутек бөліну жылдамдығы артады. Палладийде ең жоғары жылдамдық байқалды. Алюминий басқа металдармен немесе графитпен, демек сутек бөлінудің асқан кернеуі төмен болып келетін материалдармен контактта болған кезде, сутек бөліну жылдамдығы 1,5–2,5 есе артатыны анықталды. Никель және темірді іс жүзінде пайдалану, олар әрі арзан, әрі қол жетімді болғандықтан, тиімдірек екені көрсетілді.

**Түйін сөздер:** су, сутек, жылдамдық, алюминий, деполяризатор, металдар, асқын кернеу

© **А. Баешов, А.К. Баешова\*, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска, 2023**  
Казахский национальный исследовательский университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Казахстан.  
E-mail: azhar\_b@bk.ru

## РОЛЬ ДЕПОЛЯРИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ АМАЛЬГАМЫ АЛЮМИНИЯ

**Баешов А.** — доктор химических наук, профессор, академик Национальной академии наук Республики Казахстан. Институт топлива, катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского. 050036. Алматы, Казахстан

E-mail: bayeshov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0745-039X;

**Баешова А.К.** — доктор технических наук, профессор. Казахский национальный исследовательский университет имени аль-Фараби. 050040. Алматы, Казахстан

E-mail: azhar\_b@bk.ru. ORCID: 0000-0002-9076-8130;

**Молайган С.** — магистр, специалист по химии и биологии. Баян-Ульгийский департамент образования и науки. 83030. Баян-Улгий, Монголия

E-mail: molaiganserjan@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0624-8915;

**Турлыбекова М.Н.** — магистр, научный сотрудник. Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан. 050036. Алматы, Казахстан

E-mail: m.t.89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0702-1114;

**Леска Б.** — доктор химических наук, профессор. Университет Адама Мицкевича. Познань, Польша  
E-mail: boguslaw.leska@amu.edu.pl. ORCID: 0000-0002-9504-5265.

**Аннотация.** С целью повышения скорости выделения водорода из воды использовано явление деполяризации. Исследования проведены с применением установки для сбора водорода над водой. Выделение водорода осуществляли из водного раствора, содержащего ионы ртути на алюминиевом электроде, контактирующем с разными металлами (никель, железо, палладий) и графитом. Установлено, что при непосредственном контакте алюминиевого электрода с другими металлами, а также с графитом скорость реакции выделения водорода существенно повышается. При контакте алюминия с металлами (Ni, Fe, Pd) происходит реакция его окисления как электроотрицательного металла, т. е. алюминий отдает электроны. Ионы  $Al^{3+}$  переходят в электролит. Освободившиеся

электроны перемещаются через электропроводный контакт к катодному участку (в данном случае к металлу), на металле выделяется водород, процесс будет длиться до тех пор, пока электроны будут передаваться с катодного участка. Металл является лишь проводником электронов. Ионы водорода подходят к металлу, снимают избыток электронов, т.е. восстанавливаются. Показано, что на алюминиевом электроде, а также при использовании в качестве второго электрода графита наблюдается низкая скорость выделения водорода. При контакте алюминия с никелем и железом скорость выделения водорода повышается. На палладии наблюдается самая высокая скорость. Установлено, что при контакте алюминиевого электрода с другими металлами или графитом, т.е. с материалами с низкими значениями перенапряжения выделения водорода скорость выделения водорода повышается в 1,5-2,5 раза. Показано, что более практичным представляется применение никеля и железа, которые являются относительно дешевыми и доступными.

**Ключевые слова:** вода, водород, скорость, алюминий, деполяризатор, металлы, перенапряжение

### **Введение**

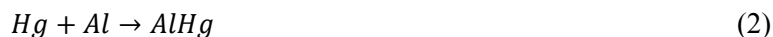
Водород является важной составной частью водородной энергетики, которая имеет большие перспективы. Он находит широкое применение в различных отраслях промышленности и техники. Например, он используется в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания, в том числе на борту судов, а также рассматривается возможность применения водорода в системе искрового зажигания, благодаря его уникальным свойствам. Кроме всего, данный газ может быть использован в топливных элементах (Аммар, 2015; Наджафи, 2021; Абундо, 2021). Одним из крупных потребителей водорода является химическая промышленность, около 50 % мирового выпуска водорода идёт на производство аммиака, из которого, в свою очередь, производят пластмассы, удобрения, взрывчатые вещества. Примерно 8 % водорода используется для производства метанола, который является основой для производства некоторых пластмасс (Далена, 2018). Кроме того, водород применяется в нефтеперерабатывающей промышленности, а именно в гидрокрекинге и гидроочистке, способствуя увеличению глубины переработки сырой нефти и повышению качества конечных продуктов. Для этих целей используется порядка 37 % всего производимого в мире водорода (Гибадуллина, 2021; Акбарова, 2020). Высокий потребительский спрос требует совершенствования существующих и разработки новых способов получения водорода. Традиционные способы получения данного газа осуществляются газификацией угля, паровой конверсией метана, коксованием, разложением жидких и газообразных углеводородов, электролизом воды и т.д. (Николаидис, 2017; Ловкач, 2012; Акар, 2014). В последние годы возросла потребность в развитии автономных источников водорода. В этой связи более рентабельными и перспективными представляются реакции, в которых участвуют электроотрицательные металлы, например, реакция алюминия с водой. Но в то же время необходимо отметить,



что алюминий в обычных условиях не взаимодействует с водой, хотя имеет очень отрицательный потенциал ( $E = -1,66 \text{ В}$ ), это объясняется тем, что на поверхности алюминия всегда присутствует тонкая, но плотная и прочная оксидная пленка — . Известны работы, в которых приводятся результаты исследований, посвященных взаимодействию алюминиевых сплавов с водой с выделением водорода (Ванг, 2009; Ванг, 2013). Обсуждаются методики получения сплава алюминия с включением галлия, индия и олова и возможность выделения водорода при их использовании. Однако стоит отметить, что включение в состав сплава алюминия дорогостоящих и дефицитных металлов заметно удорожает процесс получения водорода. Кроме того, изготовление таких сплавов является не простой операцией. Нами предложен способ получения водорода из воды в присутствии ионов ртути в растворе (Башова, 2019). Сущность способа заключается в том, что ионы ртути (II) восстанавливаются на поверхности алюминия до элементного состояния по реакции (1), т.е. протекает реакция цементации



Свеже образованная элементная ртуть моментально взаимодействует с алюминием, образуя на его поверхности амальгаму по реакции (2)



В ходе протекания этих реакций разрушается оксидный слой (), а образовавшаяся активная амальгама алюминия, имеющая отрицательный потенциал, взаимодействует с водой по реакции (3), выделяется водород



Ртуть, образовавшаяся в результате реакции (3), снова сразу же взаимодействует с поверхностью алюминия с формированием его амальгамы. Реакции (2) и (3) циклически повторяются. В данном случае ртуть является катализатором и не расходуется. В результате протекания указанных процессов наблюдается непрерывное постоянное выделение водорода. Основным недостатком данного способа является низкая скорость выделения водорода из-за высокого перенапряжения восстановления его ионов на поверхности амальгамы алюминия. В этой связи исследования, направленные на повышение скорости выделения водорода представляются актуальными.

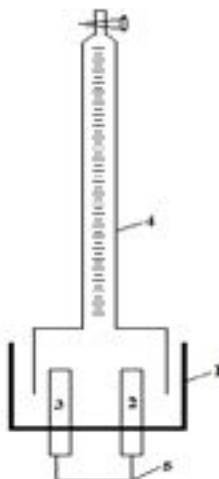
*Целью* данного исследования является повышение скорости выделения водорода при использовании явления деполяризации.

#### **Материалы и основные методы**

Исследования проводили, применяя установку для сбора водорода над водой (рисунок 1).

Рис. 1. Принципиальная схема установки для получения водорода из воды: 1 – стакан, в который наливают раствор и помещают электроды; 2-алюминиевый электрод; 3 – второй вспомогательный электрод; 4 – бюретка для измерения объема выделяющегося водорода; 5 – электропроводная проволока.

(Fig. 1. Schematic diagram of an installation for producing hydrogen from water: 1-a glass into which a solution is poured and electrodes are placed; 2-an aluminum electrode; 3-a second auxiliary electrode; 4- a burette for measuring the volume of hydrogen released; 5-an electrically conductive wire.)



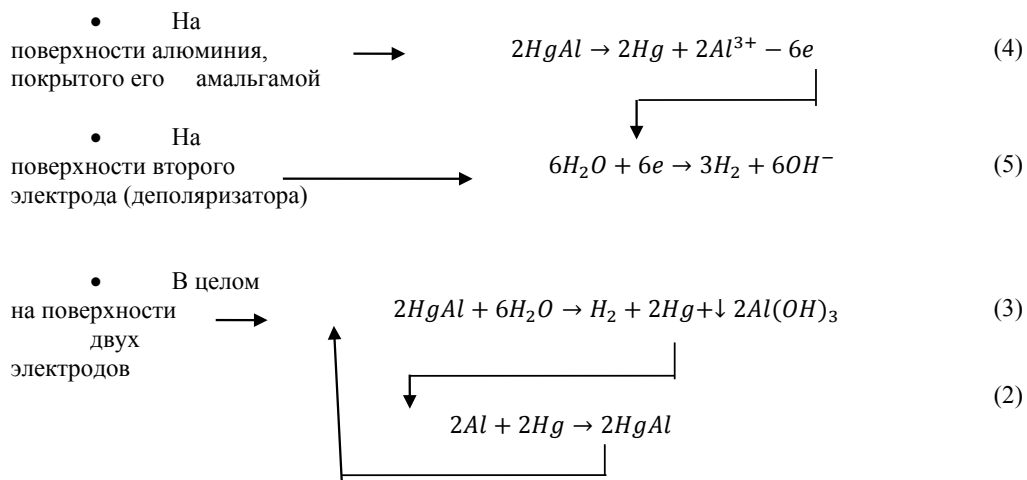
Раствор, содержащий нитрат ртути (II), наливали в стакан объемом 250 мл, устанавливали алюминиевый (электрод) пластину (2), плотно контактирующую с помощью токопроводящей проволоки (5) с одним из металлов (Ni, Fe, Pd) или с графитом в виде пластины (2). В стакан погружали воронку, соединенную с измерительной бюреткой (4), заполненной водой. Нижняя сторона бюретки соединяется с цилиндрической воронкой, которая погружается в раствор обратной стороной, как показано на рисунке 1.

При взаимодействии алюминия, находящегося в контакте с металлом (Me) с водой, содержащей ионы ртути (II), выделяется водород, объем которого измеряли с помощью бюретки. В качестве контактируемых деполаризующих металлов применяли Ni, Fe, Pd и графит, т.е. металлы и материал, имеющие перенапряжение выделения водорода ниже, чем при восстановлении молекул воды на поверхности HgAl. Другими словами, на их поверхности (на поверхности деполаризатора) легко выделяется водород, так как молекулы воды восстанавливаются до водорода с низким перенапряжением.

### Результаты и обсуждение

Как показали результаты исследований, при непосредственном контакте алюминиевого электрода с другими металлами, а также с графитом скорость реакции выделения водорода существенно повышается. Как известно из теории электрохимии, водород выделяется на разных электродах с разным перенапряжением. Материалы электродов по величине перенапряжения выделения водорода подразделяются на три группы: 1) электроды с низким

перенапряжением выделения водорода: Pt, Pd, Au; 2) электроды со средними значениями перенапряжения выделения водорода: Ag, Fe, Ni, Cu и др.; 3) электроды с высоким значением перенапряжения выделения водорода: Hg, Pb, Zn, Cd, Al и др. (Гриликес, 1990; Дамаскин, 2020). В наших экспериментах использованы Pd, Fe, Ni и графит. При этом протекают вышеуказанные реакции (1–3), но протекание реакции (3) осуществляется сопряженно на поверхности алюминиевого электрода (покрытого амальгамой) и другого вспомогательного электрода. Как показано в нижеприведенных схемах, освободившиеся электроны при разложении амальгамы алюминия по реакции (4), через электропроводный контакт передаются на второй электрод (с низким перенапряжением выделения водорода), на поверхности которого легко протекает реакция восстановления молекул воды по реакции (5).



Образовавшиеся ионы алюминия и гидроксил-ионы взаимодействуют с формированием гидроксида алюминия (реакция (6)).



Наблюдается водородная деполяризация, сущность которой заключается в том, что при контактировании металлов с различающейся электроотрицательностью, система начинает работать как гальванический элемент и наблюдается интенсивное выделение водорода на поверхности более положительного металла. При контакте металлов (Ni, Fe, Pd) с алюминием происходит реакция его окисления как электроотрицательного металла, т.е. алюминий отдает электроны. Ионы  $Al^{3+}$  переходят в электролит. Электроны, освободившиеся при этом через электропроводный контакт, перемещаются к катодному участку (рассмотрим для примера никель – на рисунке 2 показано стрелками), процесс выделения водорода

будет длиться до тех пор, пока электроны будут передаваться с катодного участка. Никель является переносчиком электронов в растворе. Ионы водорода или молекулы воды подходят к никелю, снимают избыток электронов:  $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ , разность потенциалов увеличивается – процесс ускоряется, скорость выделения водорода повышается. Это объясняется тем, что образование водорода происходит с низким перенапряжением, то есть водород легко выделяется. Процесс отвода электронов с катодных участков иногда называют деполяризацией. Вещества, при участии которых осуществляется деполяризация, называются деполяризаторами. Процесс термодинамически возможен в тех случаях, когда равновесный потенциал металла отрицательнее водородного в данных условиях. Схема работы короткозамкнутого гальванического элемента, образовавшегося между алюминием и другим металлом, представлена на рисунке 2.

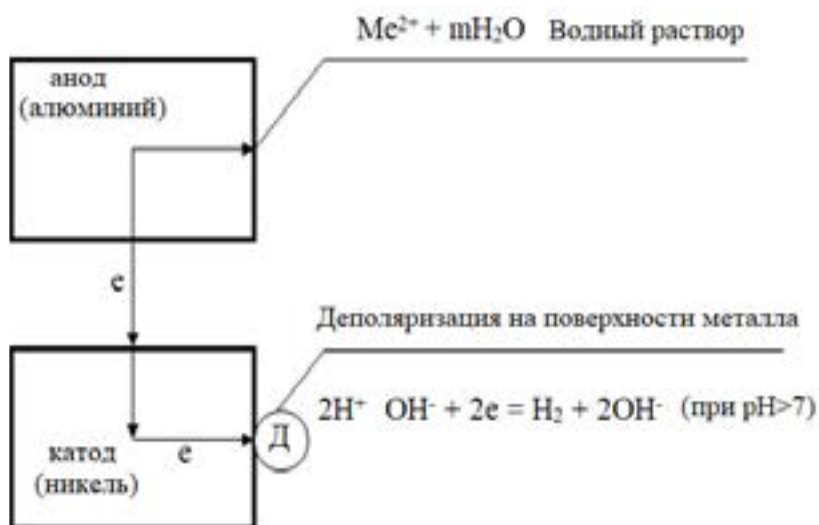


Рис. 2. Схема работы короткозамкнутого гальванического элемента, образовавшегося между алюминием и вторым металлом

(Fig.2. Scheme of operation of a short-circuited galvanic cell formed between aluminum and a second metal)

Для того, чтобы понять кинетику процесса, учитываем перенапряжение разряда водорода на металлах с низким перенапряжением выделения водорода, контактирующих с алюминием. Рассмотрим процесс при контакте алюминия с никелем. Перенапряжение выделения водорода на никеле (Ni) = 0,30 В, на алюминии — (Al) = 0,50 В (Улиг, 1989). Так как величина перенапряжения восстановления водорода на алюминии больше, чем на никеле, то водород на никеле образуется быстрее, поэтому при контакте алюминия с никелем наблюдается интенсивное выделение водорода.

На рисунке 3 изображены кривые, свидетельствующие о влиянии природы деполяризатора на объем выделяющегося водорода в зависимости от времени.

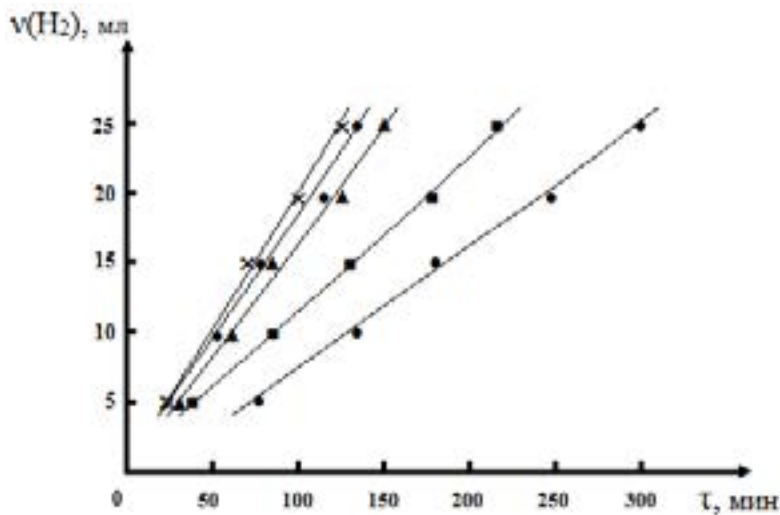


Рис. 3. Влияние материала второго электрода на объем выделяющегося водорода в зависимости от времени: 1- Al; 2- Al+C; 3- Al+Fe; 4 - Al+Ni; 5 - Al+Pd.

(Fig.3. The effect of the material of the second electrode on the volume of hydrogen released depending on time: 1- Al; 2- Al+C; 3- Al+Fe; 4 - Al+Ni; 5 - Al+Pd.)

$V(\text{H}_2)$ , мл	Время, мин				
	Al	Al+C	Al+Fe	Al+Ni	Al+Pd
5	70	40	30	25	25
10	135	85	62	55	52
15	180	130	90	85	70
20	250	180	125	120	105
25	300	210	150	140	125

В таблице приведены данные, показывающие зависимость скорости выделения водорода от материала второго электрода, находящегося в электрическом контакте с алюминием. Как видно из таблицы, при присоединении к алюминиевому электроду других металлов или графита, т.е. материалов с низкими значениями перенапряжения выделения водорода, скорость выделения водорода повышается в 1,4–2,4 раза.

Таблица. Влияние материала второго электрода, находящегося в непосредственном электрическом контакте с алюминием, на скорость выделения водорода, мл/мин. при  $-2\text{ г/л}$ ,  $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 0,5\text{ ч}$ .

Материал электрода	Скорость выделения водорода, мл/мин	Во сколько раз повышается скорость выделения водорода
Al	0,08	-
Al-C	0,12	1,50

Al-Fe	0,17	2,12
Al-Ni	0,18	2,25
Al-Pd	0,20	2,50

Сравнение результатов исследования показало, что более низкая скорость выделения водорода наблюдается на алюминиевом электроде, затем при использовании в качестве второго электрода-графита. К тому же графит является хрупким материалом, быстро ломается. На палладии наблюдается самая высокая скорость, но практическое его применение затруднено тем, что он является дорогостоящим металлом (хотя он не расходуется в ходе процесса). Можно предложить применение на практике электродов из железа и никеля или этих же металлов, покрытых палладием.

Таким образом, при получении водорода из водных растворов более практичным представляется применение никеля и железа, которые являются относительно дешевыми и доступными. Отмечаем, что гидроксид алюминия, образующийся в качестве побочного продукта, в дальнейшем можно использовать в качестве исходного сырья для получения алюминия электролизом.

### **Заключение**

Результаты данного исследования можно использовать для получения водорода в автономных условиях, в тех случаях, когда можно генерировать водород и сразу применять. Необходимость создания автономных источников водорода связана с тем, что хранение и транспортировка данного ценного газа сопряжены со многими трудностями опасностью. В этой же связи разработка способов получения водорода из воды является своевременным решением актуальной проблемы. Используемые в процессе материалы доступны и не являются дорогостоящими, катализатор регенерируется в ходе процесса, единственный побочный продукт — гидроксид алюминия можно снова использовать для получения алюминия.

### **Литература**

Абундо М.Л.С., Феррарен-Де Кагалитан Д.Д.Т., 2021 — *Абундо М.Л.С., Феррарен-Де Кагалитан Д.Д.Т.* Обзор технологии производства биоводорода для применения в водородных топливных элементах // *Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики*. — DOI:10.1016/j.rser.2021.111413.

Акар, Джанан и Ибрагим Динсер., 2014 — *Акар, Джанан и Ибрагим Динсер.* Сравнительная оценка методов получения водорода из возобновляемых и невозобновляемых источников // *Международный журнал водородной энергетики*. — DOI:10.1016/j.ijhydene.2013.10.060.

Акбарова Е.И., Кондратьев Р.Ю., Мусаева Р.Р., 2020 — *Акбарова Е.И., Кондратьев Р.Ю., Мусаева Р.Р.* Роль водорода для нефтепереработки и нефтехимии, направления модернизации существующей схемы его производства. Наука XXI века: новый подход // *Международная научно-практическая конференция СХСІ “МОЛОДОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ”*. – Москва, Российская Федерация. Стр. 13–18. (in Russ.).

Аммар Н.Р., Элгохари М.М., Седдик И.С., 2015 — *Аммар Н.Р., Элгохари М.М., Седдик И.С.* Двигатели внутреннего сгорания на водородном топливе для морского применения на примере исследования. Бродоградня: теория и практика бродоградье и поморской технике. — DOI:10.1016/j.pesc.2009.08.001.

Башова А., Башов А., Молайган С., 2019 — *Башова А., Башов А., Молайган С.* Получение водорода взаимодействием алюминия с водой // *Журнал химической технологии и металлургии*. — ISSN: 1314-7471.

Ванг Х.З. и др., 2009 — *Ванг Х.З. и др.* Обзор производства водорода с использованием алюминия и алюминиевых сплавов // *Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики*. — DOI:10.1016/j.rser.2008.02.009.

Ванг Х.З. и др., 2013 — *Ванг Х.З. и др.* Исследование получения водорода с использованием многокомпонентных алюминиевых сплавов в мягких условиях и его механизм // *Международный журнал водородной энергетики*. — DOI:10.1016/j.ijhydene.2012.11.034.

Гибадуллина Х.В., Разакова Р.И., 2021 — *Гибадуллина Х.В., Разакова Р.И.* Водородные технологии в современной металлургии, материалы Международной молодежной научной конференции “Тинчуринские чтения-2021 “Энергетика и цифровая трансформация”. Стр. 219–222.

Гриликес С.Я., Тихонов К.И., 1990 — *Гриликес С.Я., Тихонов К.И.* Электрокаталитические и химические покрытия: теория и практика. – Ленинград: Химия. — ISBN: 5-7245-0533-9.

Далена Ф., Сенаторе А., Марино А., Гордано А., Базиле М. и Базиле А., 2018 — *Далена Ф., Сенаторе А., Марино А., Гордано А., Базиле М. и Базиле А.* Производство и применение метанола: обзор, Метанол. — <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63903-5.00001-7>.

Дамаскин Б.Б., Петрий О.О., Цирлих Г.А., 2020 — *Дамаскин Б.Б., Петрий О.О., Цирлих Г.А.* Электрохимия. Санкт-Петербург: Лань. — ISBN: 978-5-8114-1878-7. (in Russ.).

Ловкач, Ибрагим., 2012 — *Ловкач, Ибрагим.* “Зеленые” методы производства водорода // *Международный журнал по водородной энергетике*. — DOI:10.1016/j.ijhydene.2011.03.173.

Наджафи Г., Шади Б., Юсаф Т., 2021 — *Наджафи Г., Шади Б., Юсаф Т.* Обзор водорода в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания, Энергетика. — DOI:10.3390/en14196209.

Николаидис П., Поулликас А., 2017 — Сравнительный обзор процессов производства водорода, обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики. — DOI:10.1016/j.rser.2016.09.044.

Салем Р.Р., 2003 — *Салем Р.Р.* Теория двойного слоя. – Москва: Физматлит. — ISBN: 5-9221-0063-7.

Улиг Г.Г., Ревы Р.У., 1989 — *Улиг Г.Г., Ревы Р.У.* Коррозия и борьба с ней. Введение в науку и технологию о коррозии. – Ленинград: Химия. — ISBN: 5-7245-0355-7.

## REFERENCES

Abundo M.L.S., Ferraren-De Kagalitan D.D.T., 2021 — *Abundo M.L.S., Ferraren-De Kagalitan D.D.T.* Review of Biohydrogen Production Technology for use in Hydrogen Fuel Cells // *Reviews of renewable and sustainable Energy*. – DOI: 10.1016/j.rser.2021.111413.

Achar Dzhanan i Ibragim Dinsar, 2014 — *Achar Dzhanan i Ibragim Dinsar.* Comparative evaluation of methods for obtaining hydrogen from renewable and non-renewable sources // *International Journal of Hydrogen Energy*. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2013.10.060.

Akbarova Ye.I., Kondrat'yev R.YU., Musayeva R.R., 2020 — *Akbarova Ye.I., Kondrat'yev R.YU., Musayeva R.R.* The role of hydrogen for oil refining and petrochemistry, the directions of modernization of the existing scheme of its production. Science of the XXI century: a new approach // *International Scientific and practical conference CXCI “YOUNG RESEARCHER: CHALLENGES AND PROSPECTS”*. Moscow, Russian Federation.

Ammar N.R., Elgokhari M.M., Seddiyek I.S., 2015 — *Ammar N.R., Elgokhari M.M., Seddiyek I.S.* Hydrogen-fueled internal combustion engines for marine applications on the example of research, Brodogradnja: theory and practice of Brodogradje and Pomor technology. – DOI: 10.1016/j.pecc.2009.08.001.

Bayeshova A., Bayeshov A., Molaygan S., 2019 — *Bayeshova A., Bayeshov A., Molaygan S.* Obtaining hydrogen by the interaction of aluminum with water. // *Journal of chemical technology and metallurgy*. – ISSN: 1314-7471.

Wang H. Z. et al., 2009 — *Wang, H. Z. et al.* Overview of Hydrogen Production Using Aluminum and Aluminum Alloys // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – DOI: 10.1016/j.rser.2008.02.009.

Wang H.Z. et al., 2013 — *Wang, H.Z. et al.* Investigation of hydrogen production using multicomponent aluminum alloys under mild conditions and its mechanism // *International Journal of Hydrogen Energy*. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2012.11.034.

Gibadullina KH.V., Razakova R.I., 2021 — *Gibadullina KH.V., Razakova R.I.* Hydrogen technologies

in modern metallurgy. – Materials of the International Youth Scientific Conference “Tinchurin Readings-2021” Energy and Digital Transformation”.

Grilikhes S.YA., Tikhonov K.I., 1990 — *Grilikhes S.YA., Tikhonov K.I.* Electrocatalytic and chemical coatings: theory and practice. – Leningrad: Khim. — ISBN: 5-7245-0533-9. (in Russ.).

Dalena F., Senatore A., Marino A., Gordano A., Bazile M., Bazile A., 2018 — *Dalena F., Senatore A., Marino A., Gordano A., Bazile M., Bazile A.* Production and application of methanol: overview. – Methanol. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63903-5.00001-7>.

Damaskin B.B., Petriy O.O., Tsirlikh G.A., 2020 — *Damaskin B.B., Petriy O.O., Tsirlikh G.A.* Electrochemistry. Sankt-Peterburg: Lan'. — ISBN: 978-5-8114-1878-7. (in Russ.).

Lovkach Ibragim, 2012 — *Lovkach Ibragim.* “Green” methods of hydrogen production. – International Journal of Hydrogen Energy. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2011.03.173.

Nadzhafi G., Shadidi B., Yusaf T., 2021 — *Nadzhafi G., Shadidi B., Yusaf T.* Overview of hydrogen as a fuel in internal combustion engines, Power Engineering. – DOI: 10.3390/en14196209.

Nikolaidis P., Pullikkas A., 2017 — *Nikolaidis P., Pullikkas A.* Comparative review of hydrogen production processes. Reviews of renewable and sustainable energy. DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.044.

Salem R.R., 2003 — *Salem R.R.* Double layer theory. – Moskva: Fizmatlit. — ISBN: 5-9221-0063-7. (in Russ.).

Ulig G.G., Revi R.U., 1989 — *Ulig G.G., Revi R.U.* Corrosion and its control. Introduction to Corrosion Science and Technology. – Leningrad: Khim. — ISBN: 5-7245-0355-7. (in Russ.).



## МАЗМҰНЫ

<b>А.С. Әбсейт, Н.С. Елибаева, Г.Ғ. Әбдікәрім, Ж.С. Әбсейт,</b> АСАНТНОРHYLLUM PUNGENS ӨСІМДІГІНДЕГІ ПОЛИСАХАРИДТЕРДІҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ САНДЫҚ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ.....	5
<b>А. Бешов, А.К. Бешова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска</b> АЛЮМИНИЙ АМАЛЬГАМАСЫНЫҢ БЕТІНДЕГІ СУДАН СУТЕКТІ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕГІ ДЕПОЛЯРИЗАТОРЛАРДЫҢ РӨЛІ.....	15
<b>И.М. Джелдыбаева, Ж. Қайырбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева</b> ГЕКСЕН-1 ГИДРЛЕУ РЕАКЦИЯСЫНДА ПАЛЛАДИЙ ЖӘНЕ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ АКТИВТІЛІГІ МЕН ИЗОМЕРЛЕНУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ.....	27
<b>Т.К. Джумадилов, Л.К. Ысқақ, Н.О. Мырзахметова</b> AMBERLITE IR120 ЖӘНЕ АВ-17–8 ИОН АЛМАСУ ШАЙЫРЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕР ЖҮЙЕСІМЕН ЦЕРИЙ ИОНДАРЫ СОРБЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	37
<b>А.И. Кареева, А.Ә. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков</b> ШАРТҚА СӘЙКЕССІЗ ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ НРК ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ ҮРДСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ.....	47
<b>Қ.Б. Мұсабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Мұздыбаева</b> ҚАЗАҚСТАННЫҢ АТОМ ӨНЕРКӘСІБІ РАДИОАКТИВТІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӨМУ КЕЗІНДЕ БЕНТОНИТ САЗЫН ҚОРҒАНЫС ТОСҚАУЫЛЫ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ.....	66
<b>М. Нажипқызы, А. Нұрғалин, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл</b> «Al/DIATOMITE» НЕГІЗДІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР.....	78
<b>Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов</b> ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ АНАЭРОБТЫ АШЫТУ КЕЗІНДЕ БИОМЕТАН АЛУҒА АРНАЛҒАН БИОСТИМУЛЯТОРЛАР.....	88

<b>М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова</b> СҰЙЫҚ ТАМШЫЛАРМЕН СОҚТЫҒЫСҚАНДАҒЫ БҰЗЫЛҒАН ПЛЕНКАНЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ.....	105
<b>А.М. Серікбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Қалмаханова</b> ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ДМСО ЖӘНЕ ТЕОА ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ–ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	115
<b>Б. Торсықбаева, Б. Имангалиева, Н. Ізтілеу</b> ХИМИЯНЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ БАҒАЛАУ.....	129
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева</b> ЛАЗАЛОЦИДТІҢ ПЕНТАДЕКАФТОР–1-ОКТАНОЛМЕН ЭФИРИН (LasF) СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОНЫҢ БІР ВАЛЕНТТІ КАТИОНДАРМЕН КОМПЛЕКСТЕРІН ЖАРТЫЛАЙ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	144
<b>А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева</b> ҚАНДЫШӨП СЫҒЫНДЫЛАРЫНЫҢ ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) <i>Lactobacillus</i> ӨСУІНЕ ӘСЕРІ.....	156
<b>С. Фазылов, О. Нүркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендібаева</b> РЕТИНОЛ АЦЕТАТЫНЫҢ $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНМЕН ҚОСЫЛҒАН КЕШЕНДЕРІНІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ЫДЫРАУЫ.....	168
<b>Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, Қ.Е. Кошпанова</b> ШУ–САРЫСУ ПРОВИНЦИЯСЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК СУЛАРЫНДАҒЫ ЛИТИЙ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ.....	183

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>А.С. Абсейт, Н.С. Елибаева, Г.Г. Абдикарим, Ж.С. Абсейт</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В РАСТЕНИИ <i>ASANTHOPHYLLUM PUNGENS</i> .....	5
<b>А. Бешов, А.К. Бешова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска</b> РОЛЬ ДЕПОЛЯРИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ АМАЛГАМЫ АЛЮМИНИЯ.....	15
<b>И.М. Джелдыбаева, Ж. Каирбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева</b> КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ИЗОМЕРИЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАЛЛАДИЕВЫХ И НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ ГЕКСЕНА-1.....	27
<b>Т.К. Джумадилов, Л.К. Ыскак, Н.О. Мырзахметова</b> ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ ЦЕРИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ AMBERLITE IR120 И АВ-17-8.....	37
<b>А.И. Кареева, А.А. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НРК УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ.....	47
<b>К.Б. Мусабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Муздыбаева</b> ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА.....	66
<b>М. Нажипкызы, А. Нургайн, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл</b> КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ Al/DIATOMITE.....	78
<b>Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов</b> БИОСТИМУЛЯТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТАНА ПРИ АНАЭРОБНОМ БРОЖЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ.....	88

<b>М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова</b> ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ЕЕ СОУДАРЕНИИ С КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ.....	105
<b>А.М. Серикбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова</b> ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ДМСО И ТЕОА.....	115
<b>Б. Торсыкбаева, Б. Имангалиева, Н. Изгілеу</b> ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМАТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ.....	129
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева</b> СИНТЕЗ ЭФИРА ЛАЗАЛОЦИДА С ПЕНТАДЕКАФТОР-1-ОКТАНОЛОМ (LasF) И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ОДНОВАЛЕНТНЫМИ КАТИОНАМИ.....	144
<b>А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева</b> ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ КРОВОХЛЕБКИ ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) НА РОСТ <i>Lactobacillus</i> .....	156
<b>С. Фазылов, О. Нуркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендибаева</b> ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕТИНОЛА АЦЕТАТА С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ.....	168
<b>Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, К.Е. Кошпанова</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИТИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДАХ ШУ–САРЫСУЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	183

## CONTENTS

<b>A.S. Abseyt, N.S. Yelibayeva, G.G. Abdikarim, J.S. Abseyt</b> DETERMINATION OF THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CONTENT OF POLYSACCHARIDES IN THE ACANTHOPHYLLUM PUNGENS PLANT.....	5
<b>A. Bayeshov, A.K. Bayeshova, S. Molaigan, M.N. Turlybekova, B. Leska</b> THE ROLE OF DEPOLARIZERS IN THE PROCESSES OF HYDROGEN RELEASE FROM WATER ON THE ALUMINUM AMALGAM SURFACE.....	15
<b>I.M. Jeldybayeva, Zh. Kairbekov, M.Z. Yessenalieva, S.M. Suimbayeva</b> CATALYTIC ACTIVITY AND ISOMERIZATION CAPACITY OF PALLADIUM AND NICKEL CATALYSTS IN 1-HEXENE HYDROGENATION REACTION.....	27
<b>T.K. Jumadilov, L.K. Yskak, N.O. Myrzakhmetova</b> FEATURES OF SORPTION OF CERIUM IONS BY THE INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE RESINS.....	37
<b>A.I. Kareeva, A.A. Bolysbek, I.A. Pochitalkina, Y.B. Raiymbekov</b> THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE PROCESS OF PRODUCING NPK FERTILIZERS BASED ON SUBSTANDARD PHOSPHATE RAW MATERIALS.....	47
<b>K.B. Musabekov, O.V. Rozhkova, D.M-K. Artykova (Ibraimova), M.T. Yermekov, Sh.A. Muzdybaeva</b> APPLICATION OF BENTONITE CLAY AS A PROTECTIVE BARRIER IN THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE OF NUCLEAR INDUSTRY OF KAZAKHSTAN.....	66
<b>M. Nazhipkyzy, A. Nurgain, A. Zhaparova, A. Issanbekova, G. Robert Mitchell</b> Al/DIATOMITE BASED COMPOSITE MATERIALS.....	78
<b>N.N. Nurgaliyev, A.Zh. Akimzhanov, A.N. Klivenko, A.S. Sabitova, E.T. Talgatov</b> BIOSTIMULATORS FOR OBTAINING BIOMETHANE DURING ANAEROBIC FERMENTATION OF ORGANIC WASTE.....	88
<b>M.D. Sabyrkhanov, A.A. Dosmakanbetova, N.T. Seitkhanov, G.D. Pazilova, L.A. Seitkasimova</b> DESCRIPTION OF NONLINEAR OSCILLATIONS OF A PERTURBED FILM IN ITS COLLISION WITH LIQUID DROPS.....	105

---

<b>A.M. Serikbayeva, F.F. Roman, J.L. Diaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova. B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu</b> CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	115
<b>B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu</b> CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	129
<b>A.S. Tukibayeva, R. Pankiewicz, B.N. Kabyzbekova, L.D. Aikozova, N.A. Kalieva</b> SYNTHESIS LASALOCID ESTER WITH PENTADEC AFLUORO-1-OCTANOL (LasF) AND SEMIEMPIRICAL INVESTIGATION OF ITS COMPLEXES WITH MONOVALENT CATIONS.....	144
<b>A.A. Utebaeva, R.S. Alibekov, E.A. Gabrilyants, Zh.A. Abish, A.Zh. Aitbayeva</b> IMPACT OF BURNET ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) EXTRACTS FOR a <i>Lactobacillus</i> GROWTH.....	156
<b>S. Fazylov, O. Nurkenov, A. Sarsenbekova, A. Iskineyeva, A. Mendibaeva</b> THERMAL DECOMPOSITION OF INCLUSION COMPLEXES RETINOL ACETATE WITH $\beta$ -CYCLODEXTRINS.....	168
<b>D.B. Chensizbayev, D.K. Adenova, K.E. Koshpanova</b> DETERMINATION OF LITHIUM CONCENTRATION IN INDUSTRIAL WATERS OF SHU-SARYSU PROVINCE BY ELECTROPHORESIS METHOD.....	183

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)**

**<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>**

**ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2023.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.